Iranian Journal of Pediatric Nursing (JPEN) Original Article

Summer 2018, Volume 4, Issue 4 DOI: 10.21859/jpen-04044

Effects of Concurrent resistance-endurance Exercises on Body Composition, Lipid Profile, and Blood Glucose Homeostasis in Obese Females: A clinical Trial

Zohreh Jalali [1], Ramin Shabani [2,*], Marzieh Nazari [3]

[1] MA, Department of Exercise Physiology, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
[2] Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
[3] Ph.D. Student, Department of Exercise Physiology, Young Researchers and Elite Club, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
*** Corresponding author:** Ramin Shabani, Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran. E-mail:shabani_msn@yahoo.com

Received: 14 Jun 2017 **Accepted:** 18 Oct 2017

Abstract

Introduction: The prevalence of obesity in childhood and adolescence increases rapidly worldwide. The present study aimed at investigating the effect of concurrent resistance-endurance exercises on body composition, glucose homeostasis, and lipid profile of females with obesity.

Methods: In the current clinical trial, 20 female students (aged 13 to 15 years) were voluntarily selected and were randomly divided into experimental (n=10) and control (n=10) groups. The concurrent resistance-endurance exercises were performed for 12 weeks. The resistance exercises were conducted at 50%-80% of one-repetition maximum (1RM), and endurance exercises were performed at 50%-80% of target heart rate. Blood samples and body composition were measured and determined before and after the exercises. Data were analyzed by paired samples and independent t test at $\alpha \leq 0.05$ as the significance level.

Results: The results showed a significant decrease in body mass index (BMI) ($P = 0.03$), weight, body fat mass, subcutaneous fat ($P = 0.001$), hemoglobin A1c ($P = 0.02$), and increase in high-density lipoprotein ($P = 0.02$), but low-density lipoprotein, cholesterol, triglyceride, fasting blood sugar, and plasma insulin did not change significantly ($P > 0.05$).

Conclusions: It seems that 12 weeks concurrent exercises can desirably improve body composition, hemoglobin A1c, and high-density lipoprotein in females with obesity.

Keywords: Exercise, Blood Glucose, Cholesterol, Obesity

© 2018 Iranian Nursing Scientific Association (INA)

نشریه پرستاری کودکان
مقاله پژوهشی
تابستان ۱۳۹۷، دوره ۴، شماره ۴
DOI: 10.21859/jpen-04044

تأثیر تمرینات همزمان مقاومتی–استقامتی بر ترکیب بدن، پروفایل لیپیدی و هموستاز گلوکز خون دختران چاق: یک مطالعه کارآزمایی بالینی

زهره جلالی [۱]، رامین شعبانی [۲،*]، مرضیه نظری [۳]

[۱] کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران
[۲] دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران
[۳] دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزش، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران
* **نویسنده مسئول**: رامین شعبانی، دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران. ایمیل: shabani_msn@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۳/۲۴ **تاریخ پذیرش مقاله:** ۱۳۹۶/۰۷/۱۶

چکیده

مقدمه: شیوع چاقی کودکان و نوجوانان در سراسر جهان به سرعت در حال افزایش است. هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیرتمرینات همزمان مقاومتی- استقامتی بر ترکیب بدن، هموستاز گلوکز و چربی خون دختران چاق بود.

روش کار: در این پژوهش کارآزمایی بالینی،۲۰ دانش‌آموز داوطلب دختر (۱۳ تا ۱۵ سال)، بصورت تصادفی به دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و شاهد (۱۰ نفر) تقسیم شدند. تمرینات همزمان مقاومتی و استقامتی به مدت دوازده هفته انجام شد. تمرینات مقاومتی با شدت ۵۰٪ تا ۸۰٪ یک تکرار بیشینه (RM۱) و تمرینات استقامتی نیز از ۵۰٪ تا ۸۰٪ ضربان قلب هدف انجام شد. نمونه‌های خون و ترکیب بدن قبل و پس از تمرینات اندازه گیری شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در شاخص توده بدن (P = ۰/۰۳)، وزن، درصد چربی، چربی زیر جلد (P = ۰/۰۰۱)، هموگلوبین A1c (P۰/۰۲ =) کاهش و لیپوپروتئین با چگالی بالا افزایش معنی داری وجود داشت (P = ۰/۰۲). اما در میزان لیپوپروتئین با چگالی پایین، کلسترول، تری‌گلیسرید، قند خون ناشتا و انسولین پلاسما تغییری مشاهده نشد (P > ۰/۰۵).

نتیجه گیری: به نظر می‌رسد، تمرینات همزمان به مدت دوازده هفته می‌تواند تأثیر مثبتی بر بهبود ترکیب بدن، هموگلوبین A1c و لیپوپروتئین با چگالی بالا در دختران چاق داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: تمرین ورزشی، قند خون، کلسترول، چاقی

تمامی حقوق نشر برای انجمن علمی پرستاری ایران محفوظ است.

مقدمه

چاقی یک اپیدمی جهانی است که در نتیجه عدم تعادل انرژی، یعنی زیاد شدن دریافت انرژی از مصرف انرژی در یک دوره طولانی به وجود می‌آید. در واقع چاقی همان افزایش غیرضروری توده بافت چربی در بدن است (۱). بر طبق یافته‌ها، در کشور ما شیوع چاقی در کودکان و نوجوانان از ۹/۷٪ به ۱۱/۹٪ رسیده است (۲-۴). تحقیقات نشان می‌دهد چاقی کودکان و نوجوانان یک مشکل بهداشتی پیچیده است که در دوران نوجوانی خود به تنهایی می‌تواند احتمال بروز بیماری‌های متابولیکی را در سال‌های آینده افزایش داده و بر رشد و بلوغ جنسی نوجوانان اثرگذار باشد (۵، ۶).از این رو، شیوع اضافه وزن و چاقی در سنین بالا را می‌توان به صورت بیماری‌های قلبی - عروقی، فشار خون، دیابت و غیره مشاهده کرد (۷). علاوه بر این، چاقی می‌تواند عامل خطرناک برای تری گلیسرید خون بالا و سطح کلسترول لیپیدی باشد (۸). از آنجا که افزایش این چربی‌ها و همچنین کاهش لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL-c: High Density Lipoprotein- Cholesterol) از عوامل خطرزای در افراد چاق محسوب می‌شود، بنابر این بهبود پروفایل چربی حائز اهمیت است (۹). از سوی دیگر، مقاومت به انسولین و اختلال متابولیسم گلوکز معمولاً با زیاد شدن بیش از حد وزن و چاقی شروع می‌شود.برخی مطالعات حاکی از آن است که بافت چربی احتمالاًدر مقاومت به انسولین و مشکلات متابولیکی مرتبط با چاقی نقش مهمی بازی کند (۱۰، ۱۱). در چاقی علاوه بر

بهبود هموستاز گلوکز، پروفایل چربی و لیپیدهای خون، کاهش درصد چربی نیز حائز اهمیت است. در واقع کاهش وزن و درصد چربی بدن زمانی رخ می‌دهد که کاهش وزن صورت گیرد (۱۲). شایع‌ترین علت چاقی عدم تمرینات ورزشی است. از این رو، بهترین روش برای درمان چاقی و کاهش هموستاز گلوکز و لیپوپروتئین‌های خون استفاده از رژیم غذایی مناسب توأم با ورزش می‌باشد (۱۳). تمرینات ورزشی با کاهش لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL-c: Low Density Lipoprotein- Cholesterol) و افزایش HDL-C باعث تغییرات در پروفایل چربی و کاهش چربی‌های اضافه بدن می‌شود (۱۴). تحقیقات نشان می‌دهند که تمرینات همزمان به صورت تمرین مقاومتی و استقامتی ممکن است در سازگاری با این عوامل اهمیت کاربردی داشته باشد. تمرینات همزمان، تمرین چند دستگاه تولید انرژی و استفادهٔ هم زمان از انواع مختلف تمرینات است که به عنوان یک روش تمرینی مطلوب ، مورد توجه محققان است (۱۵). تمرین همزمان در مقایسه با تمرین‌های دیگر بصورت جداگانه، موجب بهبود بیشتر ترکیب بدنی و عوامل سلامت قلبی - عروقی می‌گردد (۱۶). طبق تحقیقات انجام شده تمرینات استقامتی و مقاومتی می‌توانند با تأثیر مطلوب بر عوامل خطرزای نیم رخ لیپیدی هماتولوژیک و راهکاری مناسب و غیر دارویی برای پیشگیری و کاهش بروز بیماری‌های قلبی-عروقی و اختلالات مرتبط با چاقی در نوجوانان چاق باشند (۲) .از سوی دیگر، اثرتمرین همزمان برسازگاری های عضلانی درافراد مختلف متفاوت است به طوری که همراه کردن تمرین مقاومتی با تمرین استقامتی ازآتروفی شدن تارهای عضلانی که ممکن است باتمرین استقامتی رخ دهد جلوگیری می‌کند (۱۷, ۱۸). تمرین هوازی در فعال کردن عضلات بزرگ نقش دارد و می‌تواند عمل انسولین در هر فیبر عضلانی را بهبود بخشد (۱۹). در مقابل برداشت گلوکز پس از تمرین مقاومتی به دلیل افزایش توده عضلانی خاص، بیشتر است (۲۰). از این رو ترکیب تمرینات مقاومتی و استقامتی می‌تواند پژوهشگران را به سمت این گونه راهکارها در بهبود پروفایل چربی، هموستاز گلوکز خون و پیشگیری از آن سوق دهد. تحقیقات تاکنون اطلاعات زیادی درباره تأثیر شدت‌های گوناگون تمرین، بر متغیرهایی مثل چاقی و کاهش وزن، اکسیداسیون چربی‌ها ارائه داده‌اند، اما درباره فعالیت ورزشی در دامنه وسیع از شدت‌ها، اطلاعات اندک و غیرهمسویی وجود دارد (۲۱). در مورد اثر تمرینات همزمان بر چاقی و تاثیری که برسطح ترکیب بدن، پروفایل چربی و هوستاز گلوکز خون دارد، اختلاف نظر بسیار است به طوری که نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که تمرینات همزمان سبب بهبود درصد چربی، وزن، توده چربی و شاخص توده بدن (۲۲-۲۵) و در برخی، بهبود معنی‌داری مشاهده نشده است (۲۶, ۲۷). همچنین در مورد اثر تمرینات همزمان بر متغیرهای کلسترول تام (TC)، HDL-C، LDL-C، تری گلیسرید (TG)، مقاومت به انسولین (HOMA-IR)، هموگلوبینA1c ، Hemoglobin A1c و گلوکز ناشتا Fasting Blood Sugar (FBS) بهبود معنی داری (۲۳-۲۶) مشاهده شد و در برخی مطالعات (۶, ۲۸) تاثیری بر این متغیرها نداشته است.از سوی دیگر، بررسی‌ها نشان دادند که تمرین ترکیبی منجر به کاهش LDL-C و میزانHDL-C می‌شود، در صورتی که تمرین استقامتی منجر به عدم تغییر در سطحLDL-C وHDL-c می گردد (۷, ۲۳). با توجه به نتایج ضد و نقیض به دست آمده در مورد برنامه‌های تمرینی مختلف در دامنه وسیعی از شدت‌ها و سودمندی احتمالی تمرینات همزمان بر برخی متغیرهای تحقیق، لذا انجام تحقیقی که به بررسی تأثیر تمرینات همزمان بر پروفایل چربی و هموستاز گلوکز خون دختران مبتلا به چاقی برای جلوگیری خطرات ناشی از چاقی و اضافه‌وزن برای دستیابی به یک جامعه سالم بپردازد، ضروری به نظر می‌رسد.

روش کار

پژوهش حاضر یک مطالعه نیمه تجربی بود که به صورت کارآزمایی بالینی انجام شد و با طرح پیش آزمون- پس آزمون با گروه شاهد بود. جامعه آماری این تحقیق شامل دانش‌آموزان دختر دبیرستانی (۱۳ تا ۱۵ سال) منطقه رشت بود، که به صورت داوطلبانه و مبتنی بر هدف، ۲۰ نفر از آن‌ها به عنوان حجم نمونه انتخاب شدند که با توجه به بررسی ادبیات موجود تعداد نمونه کافی می‌باشد (۵, ۲۲, ۲۵, ۲۷)، سپس نمونه‌ها به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و شاهد (۱۰ نفر چاق) تقسیم شدند. معیارهای ورود به این پژوهش، دختران چاق با توجه به طبقه بندی شاخص توده بدنی، عدم ابتلا به عارضه حاد قلبی- عروقی و ابتلا به بیماری‌های مفاصل و استخوان بود و معیار خروج از پژوهش عدم مراجعه برای تمرینات ورزشی سه بار متوالی و یا چهار بار متناوب بود. از کلیه نمونه‌ها و والدین آنها برگه رضایت نامه مکتوب اخذ شد. برای انجام تحقیق پس از هماهنگی با دانشگاه و اداره آموزش و پرورش و دریافت مجوز انجام تحقیق، معرفی نامه به مدرسه دریافت شد. قد و وزن آزمودنی‌ها را به کمک ترازوی پزشکی به همراه قدسنج سکا ساخت ژاپن برای اندازه‌گیری وزن آزمودنی‌ها با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد و سپس در فرمول شاخص توده بدن قرار داده شد. شاخص توده بدن در نوجوانان با توجه به صدک (جدول cut off) طبقه بندی شدند. برای تخمین چربی زیر جلدی ضخامت چین پوستی در نواحی سه سر بازو، فوق خاصره و روی ران با استفاده از کالیپر SAEHAN ساخت کره اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که تمام اندازه‌گیری‌ها از سمت راست بدن در سه نوبت به فاصله ۲۰ ثانیه بین هر نوبت برای برگشت به حالت اولیه و در یک زمان از روز صورت گرفت. سپس به روش جکسون – پولاک (*Jackson* and *Pollock*) درصد چربی زیر پوستی محاسبه گردید. خون‌گیری آزمودنی‌ها در محیط آزمایشگاه و پس از ۱۲ ساعت ناشتا، از طریق ورید براکیال در ساعت هشت صبح صورت گرفت. جهت ازمایش از سرم خون که با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شده بود، استفاده شد. لیپوپروتئین با چگالی بالا و لیپوپروتئین با چگالی پایین با روش مستقیم و با کمک کیت شرکت Padco انجام پذیرفت و کلسترول تام خون با کیت پارس آزمون به روش CHOD-PAP و تری گلیسرید خون با کیت پارس آزمون و به روش GPO-PAP انجام شد. قند خون با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون و با روش هگزوکیناز انجام شد. هموگلوبین A1c با استفاده از کیت شرکت من و به روش تربودومتریک و بر اساس تعویض یونی اندازه گیری شد (میزان نرمال: بین ۷ تا ۸ درصد). انسولین با استفاده از کیت انسولین ساخت شرکت Monobind و به روش الیزا اندازه‌گیری شد (میزان طبیعی بین ۰/۷ تا ۹μU/ml). سنجش مقاومت به انسولین: با استفاده از شاخص HOMA-IR بررسی شد (حساسیت طبیعی: ۱).

HOMA-IR=FBS × انسولین/۲۲/۵

برنامه تمرینات شامل تمرینات استقامتی به مدت ۱۲ هفته و به صورت پیش رونده صورت پذیرفت. در ابتدا ضربان قلب استراحت آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد، سپس با استفاده از روش کارونن (سن-۲۲۰) ضربان قلب هدف آزمودنی‌ها محاسبه گردید.

ضربان قلب هدف = ضربان قلب استراحت + (شدت تمرینات× ضربان قلب ذخیره) = ضربان قلب استراحت- حداکثر ضربان قلب = سن- ۲۲۰

آزمودنی‌ها در هفته اول با ۶۰-۵۰ درصد ضربان قلب هدف تمرینات را بر روی دوچرخه و تردمیل شروع کردند و به ۸۰-۷۰ درصد ضربان قلب هدف در هفته‌های پایانی رسیدند. در تمرینات مقاومتی در گروه تجربی، میزان حداکثر یک تکرار بیشینه (1RM) به روش غیر مستقیم برای ۸ حرکت تمرینی محاسبه گردید. برای اندازه گیری یک تکرار بیشینه (1RM جهت محاسبه شدت تمرین) ازآزمون برآورد قدرت عضلانی بر طبق فرمول برزیسکی استفاده شد. سپس طبق فرمول زیرقدرت بیشینه آن‌ها برآورد شد (۲۹).

$$\text{یک تکرار بیشینه (کیلوگرم)} = \frac{\text{مقدار وزنه بر حسب کیلوگرم } \mathbf{2} \text{ تا } \mathbf{16} \text{ بار جابجا شده است}}{\left[1-\left(\text{تکرارتعداد} \times ۰/۰۲\right)\right]}$$

حرکاتی که برای آن‌ها میزان 1RM تعیین گردید شامل ۴ حرکت بالا تنه شامل پرس سینه با دستگاه، کشش با دستگاه، جلو بازو و پروانه، و ۴ حرکت پایین تنه: پرس پا، پشت پا با دستگاه، جلو پا با دستگاه و ساق پا ایستاده با دستگاه بود. تمرینات با ۵۰ درصد 1RM شروع و به ۷۰ درصد رسید. میزان وزنه در هفته اول هر ۸ حرکت با ۳ ست و ۸-۶ تکرار در هر ست، انجام شد، در ۷ هفته بعدی هر ۸ حرکت با ۳ ست و ۸ تکرار در هر ست انجام شد. بین هر ست ۳۰ ثانیه استراحت و بین هر حرکت ۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه استراحت داده شد (۳۰). همچنین با اخذ پرسشنامه بسامد خوراکی سه روزه ، توصیه‌های غذایی به نمونه‌ها و مادران آنها در خصوص حذف غذاهای نامطلوب و افزودن غذاهای حاوی فیبر به صورت کلاسهای آموزشی و نیز ارائه پمفلت انجام شد.در این تحقیق، برای توصیف داده‌ها از میانگین به همراه انحراف معیار استفاده شد. ابتدا از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف جهت توزیع طبیعی داده و برای مقایسه تغییرات در بین گروه‌ها از آزمون t مستقل و برای تعیین اختلاف درون گروهی از روش آماری tهمبسته استفاده شد. اطلاعات با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ تجزیه و تحلیل گردید. سطح معنی‌دار بودن فرضیه‌ها (α = ۰/۰۵) در نظر گرفته شد.

جدول ۱: نتایج تی همبسته پیش و پس آزمون گروه‌ها (۲۰ نفر)

گروه	پیش آزمون	پس آزمون	t	P
وزن (کیلوگرم)				
تجربی	۸۸/۸۵ ± ۶/۶۵	۸۵/۴۶ ± ۸/۴۳	۴/۰۲	*۰/۰۰۳
شاهد	۸۸/۵۴ ± ۱۲/۰۴	۸۹/۲۴ ± ۱۱/۸۸	-۳/۲	۰/۱
درصد چربی (درصد)				
تجربی	۴۰/۳۶ ± ۲/۰۷	۳۶/۴۹ ± ۲/۱۸	۴/۱	*۰/۰۰۲
شاهد	۴۱/۳۲ ± ۲/۴۸	۴۱/۸۸ ± ۲/۲۸	-۱/۸	۰/۱
مجموع چربی زیر جلدسه ناحیه (میلی متر)				
تجربی	۱۲۵/۵ ± ۱۰/۳	۱۰۷/۸۰ ± ۹/۰۹	۴/۲	*۰/۰۰۲
شاهد	۱۲۵/۴ ± ۱۲/۱۴	۱۲۸/۱۰ ± ۱۱/۳۰	-۱/۸	۰/۰۹
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)				
تجربی	۳۲/۷۴ ± ۲/۲۹	۳۱/۴۷ ± ۲/۸۴	۴/۰۱	*۰/۰۰۳
شاهد	۳۳/۸۴ ± ۲/۴۴	۳۴/۱۲ ± ۲/۳۴	-۳/۳	۰/۰۸
لیپوپروتئین با چگالی پایین (میلی گرم بر دسی لیتر)				
تجربی	۹۲/۹۰ ± ۱۰/۶۲	۹۷/۶۰ ± ۱۸/۱۰	-۱/۱۳	۰/۲
شاهد	۹۸/۶۰ ± ۲۲/۰۹	۹۳/۹۰ ± ۲۱/۸۶	۱/۶	۰/۱
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی گرم بر دسی لیتر)				
تجربی	۳۹/۸۰ ± ۸/۰۴	۴۰/۵۰ ± ۴/۹۰	۲/۶۹	* ۰/۰۲
شاهد	۴۱/۰۰ ± ۵/۱۴	۳۸/۶۰ ± ۴/۴۰	۱/۵	۰/۱
کلسترول تام (میلی گرم بر دسی لیتر)				
تجربی	۱۴۲/۸۰ ± ۱۲/۲۹	۱۴۱/۵۰ ± ۲۲/۵۲	-۲/۸۷	۰/۱
شاهد	۱۵۰/۴۰ ± ۲۵/۷۲	۱۴۹/۷۰ ± ۲۵/۷۴	۰/۵	۰/۶
تری گلیسرید (میلی گرم بر دسی لیتر)				
تجربی	۱۰۷/۱۰ ± ۴۴/۵۰	۱۰۹/۷۰ ± ۴۶/۳۳	- ۰/۱۶	۰/۸
شاهد	۱۰۸/۸۰ ± ۵۴/۰۱	۱۰۷/۲۰ ± ۵۰/۸۲	۰/۱	۰/۸
هموگلوبین A1c (میلی گرم بر دسی لیتر)				
تجربی	۳/۷ ± ۰/۲	۲/۱ ± ۰/۶	-۸/۳	*۰/۰۰۰
شاهد	۴/۱ ± ۰/۵	۴/۴ ± ۰/۷	-۱/۸	۰/۰۹
مقاومت به انسولین (HOMA-IR)				
تجربی	۱/۸ ± ۰/۱	۲/۹ ± ۰/۲	-۱/۰۹	۰/۳
شاهد	۱/۸ ± ۰/۳	۳ ± ۰/۴	-۱/۲	۰/۱
قند خون ناشتا (میلی گرم بر دسی لیتر)				
تجربی	۹۱/۵ ± ۸/۵	۹۱/۸ ± ۵/۷	۱/۴۳	۰/۱
شاهد	۹۳/۶ ± ۱۲/۴	۹۳/۶ ± ۱۲/۵	۱/۱	۰/۲
انسولین (میکرو واحد بر میلی لیتر)				
تجربی	۷/۸ ± ۶/۶	۱۲/۸ ± ۱۱/۸	-۱/۰۲	۰/۳
شاهد	۷/۸ ± ۱۰/۱	۱۲/۸ ± ۱۲/۹	-۱/۴۴	۰/۱

*اعداد به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شدند.

یافته‌ها

نتایج t همبسته در جدول ۱ نشان داد که متعاقب ۱۲ هفته تمرین کاهش در سطح ترکیب بدن شامل وزن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدن و ضخامت چربی مشاهده شده که این تغییرات در گروه تجربی معنی دار بود (P < ۰/۰۵). همچنین در میزان هموگلوبین A1c (P = ۰/۰۰۱) و HDL-C (P = ۰/۰۲) نیز تفاوت معنی دار مشاهده شد. لیکن در این مدت در گروه شاهد معنی داری آماری مشاهده نشد.

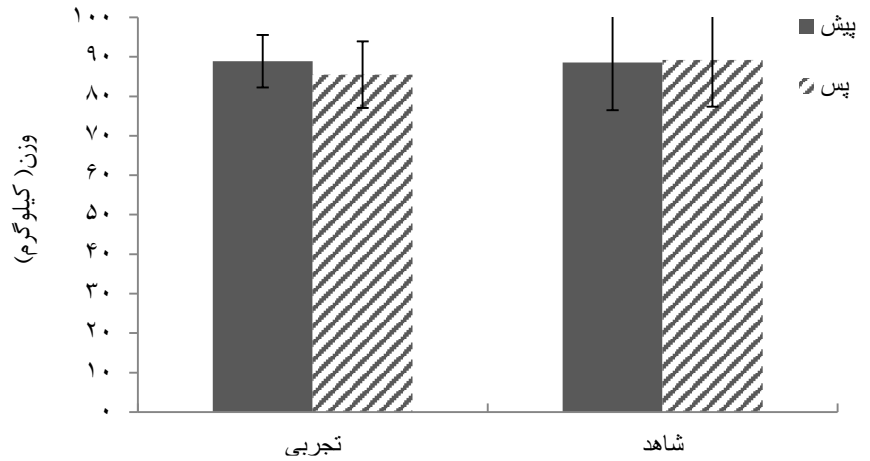
همانطور که در مندرجات جدول ۲ نشان می‌دهد، بین دو گروه در مرحله پس آزمون در میزان درصد چربی، چربی‌زیر جلدی، وزن و شاخص توده بدن،HbA1c و HDL-C تغییرات معنی‌داری مشاهده شد (P < ۰/۰۵). همچنین نتایج نشان داد بین میانگین‌های LDL-C، کلسترول، تری گلیسیرید، FBS، شاخص HOMA و انسولین در دو گروه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P ≥ ۰/۰۵).

تغییرات ترکیب بدن، هموگلوبین A1c و HDL در تصویر ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ نشان داده شده است

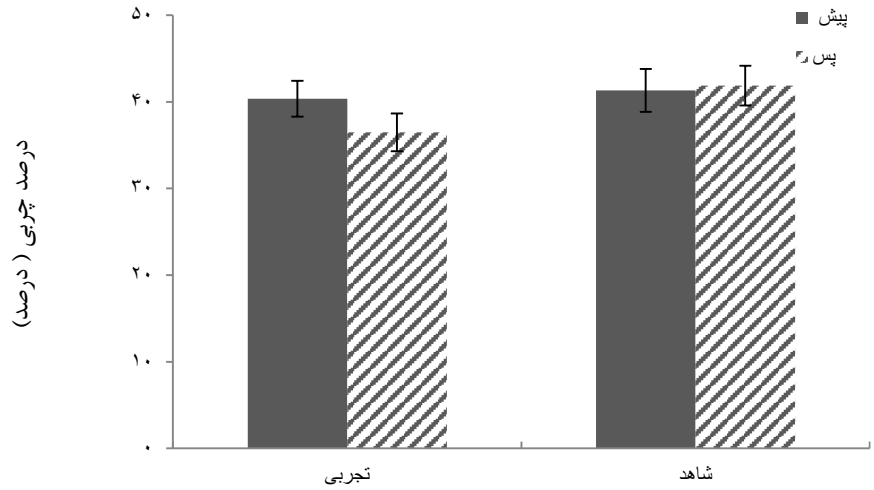
جدول ۲: نتایج تی مستقل برای بررسی داده‌های بین دو گروه تجربی و شاهد (۲۰ نفر)

گروه	اختلاف میانگین	درجه آزادی	t	P
وزن (کیلوگرم)				
تجربی	-۳/۷ ± ۴/۶	-۰/۸	۱۸	*۰/۰۰۰
شاهد				
درصد چربی (درصد)				
تجربی	-۴/۳ ± ۰/۹	-۴/۳	۱۸	*۰/۰۰۰
شاهد				
چربی زیر جلد				
تجربی	-۲۰/۳ ± ۴/۵	-۴/۴	۱۸	*۰/۰۰۰
شاهد				
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)				
تجربی	-۲/۶ ± ۱/۱	-۲/۲۷	۱۸	*۰/۰۳
شاهد				
لیپوپروتئین با چگالی پایین (میلی گرم بر دسی لیتر)				
تجربی	۳/۷ ± ۸/۹	۰/۴	۱۸	۰/۶
شاهد				
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی گرم بر دسی لیتر)				
تجربی	-۵/۱ ± ۲/۸	-۲/۴۴	۱۸	*۰/۰۲
شاهد				
کلسترول تام (میلی گرم بر دسی لیتر)				
تجربی	۶/۸ ± ۱۰/۸	۰/۶	۱۸	۰/۵
شاهد				
تری گلیسرید (میلی گرم بر دسی لیتر)				
تجربی	۲/۵ ± ۲۱/۷	۰/۱	۱۸	۰/۹
شاهد				
هموگلوبین A1c (میلی گرم بر دسی لیتر)				
تجربی	۰/۷ ± ۰/۲	۲/۵	۱۸	* ۰/۰۲
شاهد				
مقاومت به انسولین				
تجربی	-۴/۱ ± ۲۲/۱	-۰/۱۸	۱۸	۰/۸
شاهد				
قند خون ناشتا (میلی گرم بر دسی لیتر)				
تجربی	-۴/۸ ± ۴/۳	-۱/۹	۱۸	۰/۲
شاهد				
انسولین (میکرو واحد بر میلی لیتر)				
تجربی	۰/۰۴ ± ۵/۵	۰/۰۰۷	۱۸	۰/۹
شاهد				

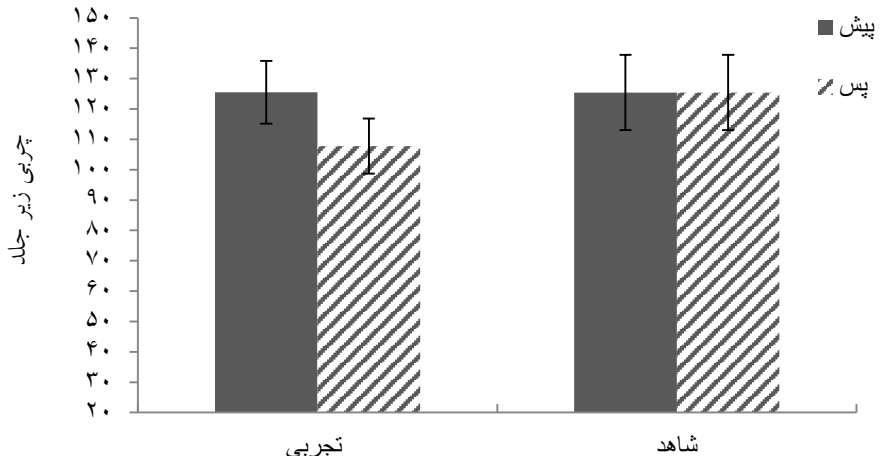
* سطح معنی‌داری (P < ۰/۰۵)



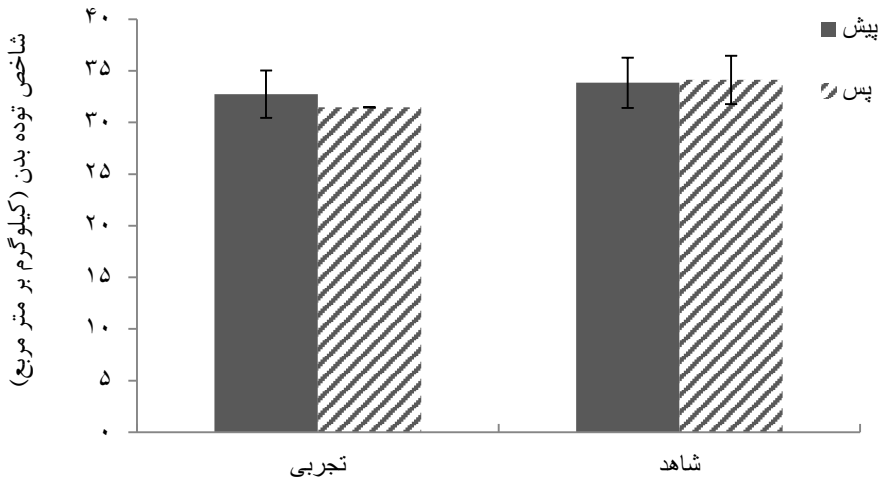
تصویر ۱: تغییرات درصد چربی قبل و پس از تمرین



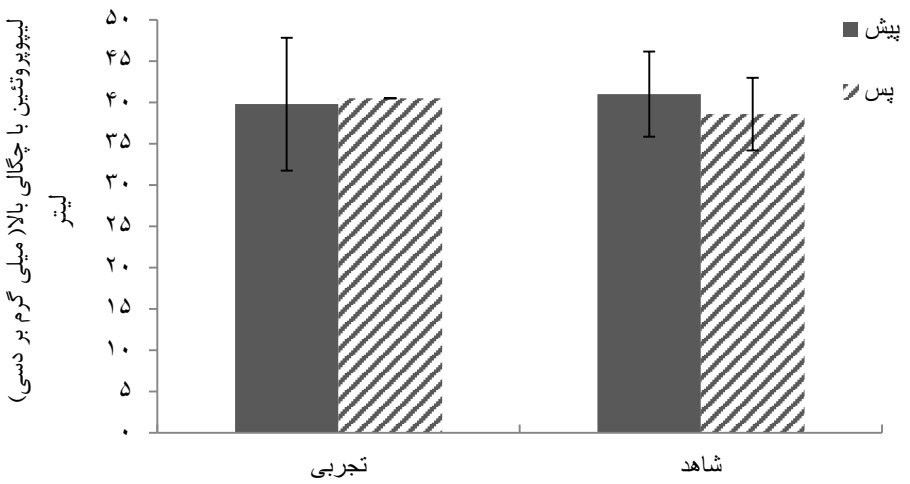
تصویر ۲: تغییرات وزن قبل و پس از تمرین



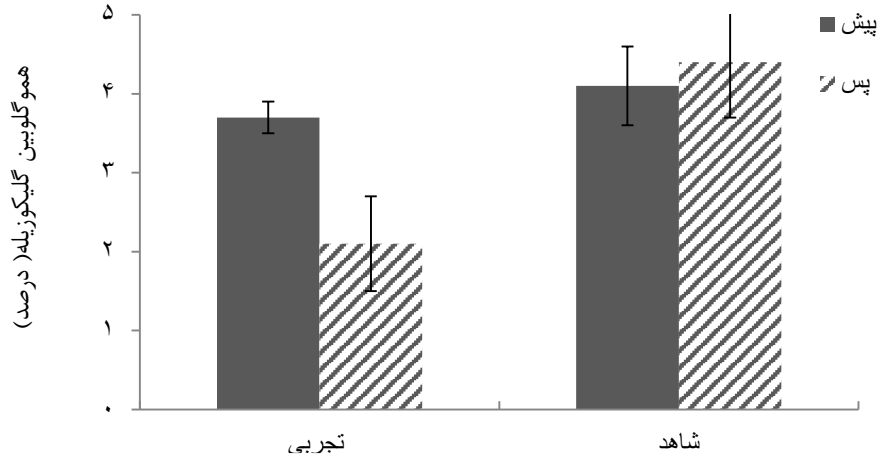
تصویر ۳: تغییرات چربی زیر جلد قبل و پس از تمرین



تصویر ۴: تغییرات شاخص توده بدن قبل و پس از تمرین



تصویر ۵: تغییرات هموگلوبین A1c قبل و پس از تمرین



تصویر ۶: تغییرات لیپوپروتئین با چگالی بالا قبل و پس از تمرین

بحث

پژوهش حاضر نشان داد که دوازده هفته تمرینات همزمان مقاومتی-استقامتی در دختران چاق می‌تواند سبب بهبود ترکیب بدن، میزان HbA1c و HDL شود. تمرینات ورزشی همزمان، از آن جهت که اثرات هر دو نوع تمرین استقامتی و قدرتی را به طور همزمان بر شاخص‌های ترکیب بدن نظیر شاخص توده بدن، وزن و درصد چربی دارد، می‌تواند مفیدتر واقع شود. تمرین استقامتی بلند مدت به منظور کاهش وزن بدن و تغییر ترکیب بدنی، برای افزایش هزینه انرژی سودمند است. به طوری که تمرین استقامتی در تغییر میزان متابولیسم پایه نقش دارد. در مقابل، تمرین مقاومتی سبب افزایش قدرت عضلانی می‌شود و با افزایش توده خالص بدن (توده بدون چربی) موجب تغییر مثبت در ترکیب بدنی می‌شود (۱۸, ۱۹). اسیدهای چرب به منظور سوخت و تولید انرژی در هنگام تمرین از جایگاه‌های ذخیره خود آزاد می‌شوند که هورمون رشد انسان می‌تواند مسئول افزایش فراخوانی اسیدهای چرب باشد. با افزایش تمرینات ورزشی، میزان هورمون رشد افزایش می‌یابد و تا ساعت‌ها پس از فعالیت در دوره بازگشت به حالت اولیه در حد افزایش یافته، حفظ می‌شود. بافت چربی هنگام ورزش به دستگاه عصبی سمپاتیک یا به افزایش میزان کاتکولامین‌های گردش خون حساسیت بیشتری پیدا می‌کند، که هر دو حالت فراخونی چربی را افزایش خواهد داد که این فراخوانی در پاسخ به یک ماده فراخوان چربی ویژه است که تا حد زیادی به افزایش سطح فعالیت حساس است (۳۱).

این نتایج همسو با نتایج قاسم نیان و همکاران (۲۰۱۴) که نشان دادند هشت هفته تمرین ترکیبی، موجب کاهش درصد چربی بدن، وزن و شاخص توده بدن می‌شود و الماهگب (Elmahgoub) و همکاران (۲۰۰۹) که نشان داد که یک برنامه همزمان سبب کاهش وزن شاخص توده بدن، نسبت دور کمر به دور باسن و درصد چربی بدن شده و مسیچک (Maciejczyk) و همکاران (۲۰۱۵) که نشان دادند تمرینات دوچرخه سواری با شدت بالا می‌تواند میزان درصد چربی و توده بدن را کاهش دهد همسو می‌باشد (۲۴, ۳۲, ۳۳). اگر چه هر یک از تحقیقات همسو با نتایج تحقیق حاضر بر روی گروه خاصی از افراد انجام شده است اما در نوع تمرینات انتخابی مشترک هستند و از تمرینات همزمان شامل تمرین هوازی و قدرتی در تحقیقات خود استفاده کرده‌اند. افزایش فعالیت بدنی به همراه کاهش کالریک راه معقولی است که از کم شدن تودهٔ بدون چربی پیشگیری می‌کند. در واقع ترکیب بدن به طور قابل توجهی با فعالیت‌های جسمانی قابل تغییر است. فعالیت‌های دراز مدت ورزشی سبب افزایش تودهٔ بدون چربی و کاهش تودهٔ چربی می‌شود بنابر این مقدار تغییرات مذکور متناسب با نوع ورزشی که انجام می‌شود، تفاوت می‌کند. از سوی دیگر، فاریس(Farias) و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که تمرینات ورزشی هیچ تفاوت معنی داری بر شاخص توده بدن پسران و دختران چاق نداشته است (۲۶). همچنین اثرات هشت هفته تمرینات مقاومتی در پسران ۱۲-۱۰ سال چاق و دارای اضافه وزن توسط پاتل (Patel) و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که در میزان شاخص توده بدن و وزن هیچ تفاوت معنی داری وجود نداشت (۲۷). به نظر می‌رسد عواملی مثل جنس ، سن و شیوه تمرینات در پژوهش فوق علت اصلی ناهمسو بودن نتایج آن با پژوهش حاضر باشد. به‌طورکلی با انجام فعالیت ورزشی میزان انتقال دهنده‌های گلوکز در عضلات تمرین‌کرده افزایش می‌یابد که موجب بهبود عمل انسولین و متابولیسم گلوکز می‌شود و می‌تواند میزان هموگلوبین A1c را کاهش دهد که در پژوهش ما به صورت کاهش HbA1c نشان داده شد. لیکن سایر عوامل هموستاز گلوکز شامل FBS، HOMA و انسولین، تفاوت معنی داری مشاهده نشد. پژوهش حاضر با مطالعه قاسم نیان و همکاران (۲۰۱۴)، آلوارز (Alvarez) و همکاران (۲۰۱۴) همسو و با اکل-دی‌ایلیا (Ackel-D'Elia) (۲۰۱۴) نا همسو می‌باشد (۲۴, ۲۸, ۳۴). آلوارز و همکاران در طی پژوهشی نشان دادند که هشت هفته تمرین، سبب کاهش انسولین سرم و کاهش مقاومت به انسولین بود. نتایج فوق بیان کننده آن است که تمرینات همزمان احتمالاً موجب تغییرات بیشتری در کاهش میزان HbA1C درمقایسه با هریک ازتمرینات به تنهایی می‌شود. اما از دلایل اصلی مغایرت نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های ذکر شده در سایر متغیرهای هموستاز گلوکز ، می‌توان به شرایط انفرادی آزمودنی‌های تحقیق اشاره داشت. درمجموع عواملی نظیر تفاوت در شیوه تمرین (تمرینات مقاومتی باحجم زیاد و کم وشدت های مختلف،استفاده از رژیم غذای همراه با برنامهٔ تمرینی یا استفاده ازتمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی ، مدت کل تمرین ،نوع آزمودنی‌ها (چاق،غیرچاق و بیمار) ،نبود گروه کنترل و زمان اندازه‌گیری شاخص‌های تحقیق بعد از آخرین وهله ازتمرین دانست.فعالیت ورزشی با شدت بالا و مدت طولانی، احتمالاً از طریق افزایش توده عضلات اسکلتی، افزایش انتقال گلوکز به عضله یا کاهش سنتز اسیدهای چرب،حساسیت انسولین و باز جذب گلوکز به واسطه فعالیت عضلات اسکلتی را افزایش دهد. ممکن است یکی از دلایل معنادار نبودن تمرینات همزمان بر دیگر متغیرهای هموستاز گلوکز در مطالعه حاضر ،شدت ومدت تمرینات باشد چرا که تمرینات مقاومتی با شدت بالاباعث افزایش برداشت گلوکز وتخلیه گلیکوژن می‌شود (۱۱).

در پژوهش حاضر، تفاوت معنی داری در میزان HDL-C مشاهده شد اما در دیگر شاخص‌های چربی خون بهبودی مشاهده نشد که این با پژوهش پاتل و همکاران (۲۰۱۵)، مونتیرو (Monteiro) و همکاران، مقرنسی و همکاران (۲۰۱۴) همسو است (۲, ۲۷, ۳۵). پاتل و همکاران اثرات هشت هفته تمرینات مقاومتی در پسران ۱۲-۱۰ سال چاق و دارای اضافه وزن را بررسی کردند که نشان داد این تمرینات هیچ اثری بر میزان کلسترول، میزانLDLو تری گلیسرید نداشته است. مطالعه دیگر توسط مونتیرو و همکاران نشان داد که بیست هفته تمرینات ترکیبی بر دانش آموزان ۱۷-۱۱ سال پسر چاق ، تأثیر معنی داری بر سطحمیزانلیپوپروتئین با چگالی پایین نداشته است. همچنین در پژوهش مقرنسی و همکاران نشان دادند که تمرین ترکیبی باعث افزایش HDLمی‌گردد. از سوی دیگر، نتایج پژوهش حاضر با پژوهش قاسم‌نیان و همکاران(۲۰۱۴)، کالدرز(Calders) و همکاران (۲۰۱۳) و الماهنگب و همکاران نا همسو است. قاسم‌نیان و همکاران ، طی پژوهشی گزارش کرده‌اند که ۸ هفته تمرین ترکیبی، باعث کاهش‌تری گلیسرید پلاسما می‌شود (۲۴). کالدرز و همکاران در طی یک مطالعه به این نتیجه رسیدند که تمرین ترکیبی منجر به کاهش کلسترول، و LDL-Cمی‌شود (۷). الماهگب و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهش خود مشاهده کردند که یک برنامه ترکیبی سبب کاهش میزان تری‌گلیسرید، کلسترول، LDLمی‌گردد (۳۲). تمرین به طور کلی باعث افزایش حجم

پلاسما می‌شود. با گسترش حجم پلاسما، ممکن است مقدار مطلق میزان لیپوپروتئین با چگالی بالا افزایش یابد، در صورتی که غلظت آن ممکن است تغییر نکند و یا حتی کاهش یابد.از دلایل مغایرت این پژوهش با مطالعات فوق می‌توان گفت که آزمودنی‌های این مطالعات،نوجوانی بودند که دچار اختلال در هموستاز گلوکز و یا پروفایل چربی خون نبودند همچنین به نظرمی‌رسد پاسخ‌های فیزیولوژیک افراد نوجوان به تمرین نسبت به افراد بزرگسال متفاوت باشد. از طرفی نیز مطالعات مجزا درباره تمرینات هوازی و مقاومتی ،نشاندهنده نقش این تمرینات برکاهش عوامل خطرزای قلبی-عروقی است.در مجموع این احتمال وجود دارد که ازجمله دلایل این ناهمخوانی،ترکیب تمرینات مقاومتی با تمرینات هوازی درمطالعه حاضرباشد. از طرف دیگر یکی از دلایل عدم همخوانی نتایج حاضر با یافته‌های فوق یکسان نبودن آزمودنی‌ها از لحاظ بلوغ جنسی است. ازسوی دیگر،ممکن است یک دوره تمرینات هوازی کوتاه مدت بدون کنترل دقیق رژیم غذایی تاثیرات مطلوبی بر پروفایل لیپید افراد نوجوان و یا جوان نداشته باشد. دربرخی تحقیق‌ها متناسب نبودن شدت تمرینی به عدم سازگاری‌های مطلوب درپروفایل‌های لیپید خون نوجوانان غیر ورزشکار منجر می‌شود. گزارش شده شدت‌های زیاد وکم تمرینی موجب افزایش میزان لیپوپروتئین با چگالی پایین درنوجوانان تمرین نکرده می‌شود. از آن جایی که چربی‌های پلاسما برحسب میزان غلظت آن‌ها بیان می‌شود (میلی گرم چربی در دسی لیتر خون)، هر نوع تغییر در حجم پلاسما، مستقل از تغییر در کل چربی، روی غلظت پلاسمایی آن تأثیر می‌گذارد (۲۰). بعلاوه سطوح چربی پلاسما به شدت متکی به تغییر در وزن بدن است. بنابراین وقتی اثرات تمرینات ورزشی را ارزیابی می‌کنیم، باید اثرات مستقل تغییر وزن بدن روی چربی‌های پلاسما مورد توجه قرار گیرد.درمورد محدودیت‌های این پژوهش می‌توان گفت که رژیم غذایی افراد به دقت کنترل نشد و حجم نمونه‌ها در این پژوهش نیز محدود بود از سوی دیگر توجه به مدت تمرینات که در تحقیق حاضر یک دوره کوتاه مدت تمرینات پیشرونده بود. بنابر این توصیه می‌شود که با توجه به اهمیت ترکیب بدن دانش‌آموزان دختر، از تمرینات حاضر همرا ه با کنترل و آموزش رژیم غذایی به مدت طولانی‌تری استفاده شود. همچنین نکته حائز اهمیت تغییر در رفتار دانش آموزان و ابقا تغییر رفتار سلامتی است که نیازمند پیگیری می‌باشد. همچنین باید توجه داشت که نمونه‌های حاضر در پژوهش به ظاهر سالم بوده و دچار اختلال در هموستاز گلوکز و پروفایل لیپیدی خون نبودند ، لذا انجام تحقیقات با مدت بیشتر و نیز در دختران چاق مبتلا به اختلال در هموستاز گلوکز و چربی خون توصیه می‌شود.

نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات همزمان مقاومتی-استقامتی به مدت ۱۲ هفته تأثیر مثبتی در بهبود ترکیب بدن و میزان HbA1c و HDL-C دختران چاق دارد. بنابر این پیشنهاد می‌شود که معلمان و مربیان از این نوع تمرینات به عنوان یک روش مؤثر در بهبود ترکیب بدن، هموگلوبین A1c و لیپوپروتئین با چگالی بالا در دختران چاق استفاده کنند.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد بود و بر اساس منشوراخلاقی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت و مصوب کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت با کد اخلاقی IR.IAU.RASHT.RES.1395.2 به ثبت رسید. همچنین این تحقیق با کد IRCT2015122222498N6 در سامانه کارآزمایی بالینی ایران ثبت شد. بدین وسیله از تمام آزمودنی‌ها که در این پژوهش ما را یاری کردند و همچنین از پرسنل محترم آموزش و پرورش ناحیه ۱ رشت و نیز پرسنل آزمایشگاه تشخیص بالینی تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Rashidlamir A, Saadatnia A. The effects of an eight-week aerobic training program on plasma adipokine concentrations in middle-aged men. Tehran Univ Med J. 2011;69(2):118-24.
2. Mogharnasi M, Eslami R, Behnam B. Effects of Endurance and Circuit Resistance Trainings on Lipid Profile, Heart Rate, and Hematological Parameters in Obese Male Students. Ann Appl Sport Sci. 2014;2(4):11-22.
3. Kelishadi R, Pour MH, Sarraf-Zadegan N, Sadry GH, Ansari R, Alikhassy H, et al. Obesity and associated modifiable environmental factors in Iranian adolescents: Isfahan Healthy Heart Program - Heart Health Promotion from Childhood. Pediatr Int. 2003;45(4):435-42. PMID: 12911481
4. Kelishadi R, Hashemipour M, Faghih Imani S. Survey of some metabolic disorders in obese children and adolescents. J Qazvin Univ Med Sci. 2003;7(2):85-90.
5. Jeon JY, Han J, Kim HJ, Park MS, Seo DY, Kwak YS. The combined effects of physical exercise training and detraining on adiponectin in overweight and obese children. Integr Med Res. 2013;2(4):145-50. DOI: 10.1016/j.imr.2013.10.001 PMID: 28664066
6. Mendham AE, Duffield R, Marino F, Coutts AJ. A 12-week sports-based exercise programme for inactive Indigenous Australian men improved clinical risk factors associated with type 2 diabetes mellitus. J Sci Med Sport. 2015;18(4):438-43. DOI: 10.1016/j.jsams.2014.06.013 PMID: 25060913
7. Calders P, Elmaghoub S, Rombaut L, De Wandele I, Van Laethem C, Cambier D, editors. Effect of combined exercise training on physical and metabolic fitness in adults with mental retardation. 16th International WCPT Congress (World Physical Therapy 2011); 2011.
8. Azarbayejani MA, Abedi B, Piri M, Rasaie MJ. The Effects of a Single Session of Combined Aerobic and Resistance Exercise on Leptin Levels and Insulin Resistance Index in Sedentary Men. Qom Univ Med J. 2012;6(1):46-54.
9. Nieman DC, Brock DW, Butterworth D, Utter AC, Nieman CC. Reducing diet and/or exercise training decreases the lipid and lipoprotein risk factors of

moderately obese women. J Am Coll Nutr. 2002;21(4):344-50.
10. Lakka TA, Laaksonen DE. Physical activity in prevention and treatment of the metabolic syndrome. Appl Physiol Nutr Metab. 2007;32(1):76-88. DOI: 10.1139/h06-113 PMID: 17332786
11. Bahrami A, Saremi A. Effect of caloric restriction with or without aerobic training on body composition, blood lipid profile, insulin resistance, and inflammatory marker in middle-age obese/overweight men. Arak Med Univ J. 2011;14(3):11-9.
12. Tresierras MA, Balady GJ. Resistance training in the treatment of diabetes and obesity: mechanisms and outcomes. J Cardiopulm Rehabil Prev. 2009;29(2):67-75. DOI: 10.1097/HCR.0b013e318199ff69 PMID: 19305230
13. Durstine JL, Grandjean PW, Cox CA, Thompson PD. Lipids, lipoproteins, and exercise. J Cardiopulm Rehabil. 2002;22(6):385-98. PMID: 12464825
14. Bello AI, Owusu-Boakye E, Adegoke BO, Adjei DN. Effects of aerobic exercise on selected physiological parameters and quality of life in patients with type 2 diabetes mellitus. Int J Gen Med. 2011;4:723-7. DOI: 10.2147/IJGM.S16717 PMID: 22114516
15. Marta C, Marinho D, Barbosa T, Izquierdo M, Marques M. Effects of concurrent training on explosive strength and VO2max in prepubescent children. Int J Sports Med. 2013;34(10):888-96.
16. Lopes WA, Leite N, da Silva LR, Brunelli DT, Gaspari AF, Radominski RB, et al. Effects of 12 weeks of combined training without caloric restriction on inflammatory markers in overweight girls. J Sports Sci. 2016;34(20):1902-12. DOI: 10.1080/02640414.2016.1142107 PMID: 26852885
17. Mazani AA, Mohammadi AA, Shabani M, Hasani A. The comparison of aerobic and anaerobic power, body mass index and fat distribution percent in athlete and non-athlete students. Appl Stud Biol Sci Sports 2014;2(3):82-90.
18. Wozniak SE, Gee LL, Wachtel MS, Frezza EE. Adipose tissue: the new endocrine organ? A review article. Dig Dis Sci. 2009;54(9):1847-56. DOI: 10.1007/s10620-008-0585-3 PMID: 19052866
19. Stewart KJ. Exercise training: can it improve cardiovascular health in patients with type 2 diabetes? Br J Sports Med. 2004;38(3):250-2. PMID: 15155419
20. Maenhaut N, Van de Voorde J. Regulation of vascular tone by adipocytes. BMC Med. 2011;9(1):25. DOI: 10.1186/1741-7015-9-25 PMID: 21410966
21. Glass SC, Santos VJ, Armstrong D. The Effect of Mode of Exercise on Fat Oxidation During Exercise. J Strength Cond Res. 1999;13(1):29-34.
22. Dashti MH. The effect of programmed exercise on body compositions and heart rate of 11-13 years-old male students. Zahedan J Res Med Sci. 2011;13(6):40-3.
23. Filho MLM, Aidar FJ, De Matos DG, Venturini GRdO, Salgueiro RdS, De Lima JRP, et al. The effects of 16 weeks of exercise on metabolic parameters, blood pressure, body mass index and functional autonomy in elderly women : original research article. Int Sport Med J. 2013;14(2):86-93.
24. Ghasemnian AA, Ghorbanian B, Ghorzi A. The effects of 8 weeks ofintervalcombinedexercise trainingon risk factorsof asthma, insulin resistanceand some of the major physiological indices in overweight and obese adolescents. Sci J Kurdistan Univ Med Sci. 2014;19(1):67-77.
25. Racil G, Ben Ounis O, Hammouda O, Kallel A, Zouhal H, Chamari K, et al. Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. Eur J Appl Physiol. 2013;113(10):2531-40. DOI: 10.1007/s00421-013-2689-5 PMID: 23824463
26. Farias Edos S, Goncalves EM, Morcillo AM, Guerra-Junior G, Amancio OM. Effects of programmed physical activity on body composition in post-pubertal schoolchildren. J Pediatr (Rio J). 2015;91(2):122-9. DOI: 10.1016/j.jped.2014.06.004 PMID: 25305637
27. Patel SJ, Hanks LJ, Ashraf AP, Gutierrez OM, Bamman MM, Casazza K. Effects of 8 week resistance training on lipid profile and insulin levels in overweight/obese peri-pubertal boys-a pilot study. J Diabetes Res Clin Metab. 2015;4(1):2.
28. Ackel-D'Elia C, Carnier J, Bueno CR, Jr., Campos RM, Sanches PL, Clemente AP, et al. Effects of different physical exercises on leptin concentration in obese adolescents. Int J Sports Med. 2014;35(2):164-71. DOI: 10.1055/s-0033-1345128 PMID: 23868679
29. Aghaalinejad H, Gharakhanlo R, Tofighi A. BMI,WC,WHR standardization and percentage of body fat in men 30 to 55 years in Tehran. Harakat. 2004;20:71-8.
30. Antunes Bde M, Christofaro DG, Monteiro PA, Silveira LS, Fernandes RA, Mota J, et al. Effect of concurrent training on gender-specific biochemical variables and adiposity in obese adolescents. Arch Endocrinol Metab. 2015;59(4):303-9. DOI: 10.1590/2359-3997000000095 PMID: 26331317
31. Kenney L, Wilmore J, Costill D. Physiology of Sport and Exercise. 6th ed: Human kinetics; 2015.
32. Elmahgoub SM, Lambers S, Stegen S, Van Laethem C, Cambier D, Calders P. The influence of combined exercise training on indices of obesity, physical fitness and lipid profile in overweight and obese adolescents with mental retardation. Eur J Pediatr. 2009;168(11):1327-33. DOI: 10.1007/s00431-009-0930-3 PMID: 19184101
33. Maciejczyk M, Szymura J, Gradek J, Cempla J, Wiecek M. Longitudinal changes of cycling peak power in overweight and normal weight boys. Sci Sports. 2015;30(2):89-95.
34. Alvarez C, Ramirez-Campillo R, Henriquez-Olguin C, Castro-Sepulveda M, Carrasco V, Martinez C. [Eight weeks of combined high intensity intermittent exercise normalized altered metabolic parameters in

women]. Rev Med Chil. 2014;142(4):458-66. DOI: 10.4067/S0034-98872014000400007 PMID: 25117036

35. Monteiro PA, Chen KY, Lira FS, Saraiva BT, Antunes BM, Campos EZ, et al. Concurrent and aerobic exercise training promote similar benefits in body composition and metabolic profiles in obese adolescents. Lipids Health Dis. 2015;14(1):153. DOI: 10.1186/s12944-015-0152-9 PMID: 26611872